

РАЗРАБОТКА МОРСКИХ И ШЕЛЬФОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НЕФТИ И ГАЗА

УДК 699.8

И. Н. Малышев,
канд. техн. наук,
ГУМРФ имени адмирала С. О. Макарова;

Б. П. Ивченко,
д-р техн. наук, профессор,
ГУМРФ имени адмирала С. О. Макарова

ПРИРОДНЫЕ ИСТОЧНИКИ УГРОЗ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ НА АРКТИЧЕСКИХ ШЕЛЬФОВЫХ УГЛЕВОДОРОДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ РОССИИ

NATURAL SOURCES FOR THREATS OF EMERGENCY OCCURRING IN THE ARCTIC OFFSHORE HYDROCARBON FIELDS IN THE RUSSIAN FEDERATION

В статье рассмотрены природные источники угроз возникновения чрезвычайных ситуаций при обустройстве арктических шельфовых месторождений. Показано, что хозяйственную деятельность на арктическом шельфе нельзя проводить без вероятностного обоснования возникновения природных катастроф и экстремальных экологических ситуаций.

In the article the natural sources of threats of emergencies in the regeneration of the arctic offshore. It is shown that economic activity in the Arctic shelf can not be carried out without a probabilistic justification of a natural disaster and extreme environmental situations.

*Ключевые слова: арктический шельф, чрезвычайные ситуации, природные источники угроз.
Key words: arctic shelf, emergencies, natural sources of threats.*

МИРОВОЙ опыт разведочных и эксплуатационных работ по освоению нефтегазоносных месторождений в северных широтах — месторождений Северного моря, арктического шельфа Канады и Аляски — свидетельствует о разнообразных, подчас неожиданных и совершенно непредвиденных трудностях, возникающих в ходе проведения этих работ.

Поэтому при обустройстве первоочередных месторождений Западно-Арктического шельфа, намеченных к эксплуатации уже в ближайшее время, таких как Штокмановское газоконденсатное месторождение (ШГКМ) и Приразломное нефтяное месторождение, в первую очередь необходимо иметь представление о природных особенностях районов этих месторождений.

Уникальное Штокмановское газоконденсатное месторождение (с запасами газа более 3,7 трлн м³), а также четыре других крупных газовых месторождения (Мурманское, Ледовое, Северо-Кильдинское, Лудловское) находятся в Баренцевом море.

Баренцево море расположено на границе Норвегии и России. Оно тянется от норвежского побережья до архипелага Шпицберген на западе, а также до Новой Земли и Земли Франца-Иосифа на востоке. Баренцево море является сравнительно неглубокой частью Мирового океана со средним значением глубин ~ 230 м. Для рельефа дна характерно наличие множества отмелей, разделяющих глубоководные течения и бассейны. Рельеф дна также оказывает большое влияние на разделение и движение водных масс. На западе континентальный откос простирается на 2000–3000 м в сторону Норвежского моря, которое по сравнению с Баренцевым морем является

глубоководной частью океана. Часть моря на севере от Шпицбергена также обладает большими глубинами.

Поверхность Баренцева моря на 75 % покрыта льдом, но могут быть значительные сезонные изменения. В Баренцевом море преобладают дрейфующие льды.

Баренцево море является самым плодородным и в то же время самым чувствительным в плане ресурсов из всех арктических морей.

С другой стороны, Баренцево море является единственным в арктическом регионе, где проводилось самое большое количество исследований. Поэтому для него особо остро стоит главная проблема — гармонизация потенциально конфликтных отраслей — нефтегазодобычи и рыболовства.

В последнее десятилетие в мире, особенно в северных регионах, отмечается увеличение повторяемости, интенсивности и продолжительности опасных и экстремальных природных явлений, оказывающих негативное воздействие на население и хозяйственную деятельность.

Прогнозируется, что особенно усиливаются негативные явления, обусловленные ростом ветроволной активности, а именно:

— повторяемость ледовых штормов, то есть шторм в холодный период года на акваториях с редким льдом;

— интенсивность брызгового обледенения;

— интенсивность разрушения берегов, сложенных рыхлыми вечномерзлыми породами.

Важной особенностью, как отмечают специалисты, следует ожидать в Баренцевом море сохранение наметившейся в конце XX — начале XXI в. тенденции к увеличению вероятности появления айсбергов в районах северных морских месторождений, включая Штокмановское.

Сохраняется риск вторжения арктических паковых льдов в более южные районы моря.

Печорское море Северного Ледовитого океана представляет собой юго-восточную часть Баренцева моря между островами Колгуева и Вайгач. Размеры Печорского моря в широтном направлении от острова Колгуева до пролива Карские Ворота составляет 300 км, в меридиальном направлении от мыса Русский Заворот до Новой Земли — около 180 км.

Площадь акватории Печорского моря — 81 263 км³. Море мелководное с постоянным увеличением глубины в меридиональном направлении от материкового берега. Максимальная глубина достигает 210 м.

Печорское море с ноября по июнь покрыто плавучими льдами. Температура воды летом не выше 9 °С.

Большая часть Печорского моря, включая районы таких нефтегазоперспективных структур, как Приразломное, Варандей-море, Поморское, Медыньское море и другие, а также район строительства перехода трубопровода через Байдарацкую губу в Карском море, находится в сложных сейсмогеологических условиях.

Месторождения Печорского моря могут рассматриваться как продолжение северной части Тимано-Печорской нефтегазовой провинции.

Освоение этой территории требует создания единой для суши и моря системы коммуникаций, транспортировки добываемого сырья и обеспечения материальными и трудовыми ресурсами.

А это означает, что воздействию последствий чрезвычайных ситуаций могут подвергнуться как сухопутные, так и морские экосистемы, процессы в которых во многом взаимосвязаны и взаимообусловлены.

Северный Ледовый океан и его арктический шельф занимают особое место в ряду океанов Земли из-за обширной субмаринной криолитозоны.

С этой зоной связано и возможное образование скоплений газовых гидратов.

Существование субмаринной криолитозоны определяется главным образом отрицательной температурой природных слоев воды и глубоким промерзанием в течение геологического периода. Нефтегазовые месторождения центральной, северо- и юго-восточной части Баренцева моря находятся в зоне распространения донных осадков с отрицательными температурами.

В Печорском море субмаринная криолитозона может быть отнесена к линзам остаточной деградирующей многолетней мерзлоты на глубинах 40–100 м над дном моря.

Мерзлота здесь имеет прерывистый характер.

В инженерно-геологическом отношении мерзлые газогидратоносные отложения представляют собой категорию пород особого состава, состояния и свойств, что требует специального подхода при освоении арктических акваторий.

Как утверждают специалисты, эти особенности необходимо учитывать при решении таких важных в практическом отношении вопросов, как строительство стационарных морских ледостойких платформ на арктическом шельфе, строительство и эксплуатация трубопроводов и других сооружений. Также следует учитывать возможные нарушения естественного теплового режима в верхнем осадочном чехле при бурении и эксплуатации скважин.

Как показывают исследования, с достаточной степенью уверенности можно утверждать, что в районе Штокмановского месторождения имеются реальные условия накопления и существования газовых гидратов в разрезе пород под дном моря до глубины 200 м. Можно отметить, что зоны возможной газогидратности весьма обширны и могут рассматриваться в будущем в качестве источников углеводородов.

Возможные скопления газовых гидратов в придонной части разреза, однако, могут служить серьезными осложнениями при строительстве гидротехнических сооружений и эксплуатации скважин. В центральной части Баренцева моря, где расположено ШГКМ, эти осложнения могут быть усугублены находящимися там тектоническими разломами.

Как показывает исследование, на образование и накопление гидратов, помимо температуры, давления и минерализации, существенно влияет литология пород. Для литологического состава верхней части разреза в районе ШГКМ до глубин 20–30 м от дна моря прогнозируется присутствие гидратов в виде отдельных вкраплений. На глубине до 200–250 м в разрезе присутствуют породы, способные аккумулировать значительные скопления гидратов.

Все эти сведения необходимы для правильной оценки принимаемых технических решений при обустройстве месторождений на арктическом шельфе.

Так, например, в процессе разработки месторождения вокруг эксплуатационных колонн вследствие транспортировки по ним теплового газа из нижележащих горизонтов происходит увеличение температуры окружающих пород, что приводит к изменению фазового состояния воды и газа в гидратонасыщаемых интервалах вокруг скважин. Как показывает расчет применительно к Штокмановскому месторождению, исходя из характеристик пород, слагающих верхние интервалы геологического разреза, область фазового перехода между талой и мерзлой зонами будет представлять резкую границу. Расчеты показывают также, что при проектном расположении устьев скважин на платформе на расстоянии 3–4 м друг от друга тепловое взаимодействие скважин начнется в течение первого года разработки, а за 10 лет эксплуатации будет иметь место смыкание зон растепления отдельных скважин.

По мнению специалистов, указанные процессы могут привести к следующим осложнениям, которые потенциально являются источниками возникновения чрезвычайных ситуаций при обустройстве шельфовых месторождений в Баренцевом море.

1. Грифонообразование (то есть неконтролируемый спонтанный выброс фонтана) в связи с выделением свободного газа при разложении гидратов, что является принципиальным отличием от результатов растепления вечной мерзлоты на суше.

Оценки данного явления показывают следующее.

Считая, что на 1 м³ гидрата приходится 150–180 м³ газа, можно ожидать в течение первого года разработки выделения 10–30 тыс. м³ газа, приходящегося на 1 м² гидратосодержащих пород.

Грифонообразование у устья скважин может вызвать перераспределение напряжений в геологическом разрезе из-за изменения упругих характеристик пород значительной области горного массива. Перераспределение напряжений сопряжено с возникновением дополнительных нагрузок, действующих на промысловое оборудование.

Грифонообразование с выделением газа на поверхности моря у платформ увеличивает риски пожароопасности, а также препятствует судоходству из-за уменьшения плотности воды.

2. Уменьшение модуля упругости гидратосодержащего интервала пород в области его «растепления» приведет к дополнительным деформациям этого интервала под давлением горных пород, создаваемым их весом, давлением воды и весом платформы, если она опирается на дно. На поверхности пород эта деформация проявится в виде опускания дна в области расположения скважин. При жестком закреплении устья скважин на платформе в колонне или подводном добычном модуле будут возникать дополнительные нагрузки.

Таким образом, наличие скопления гидратов в зоне работающих скважин является фактором, осложняющим разработку месторождения, и выступает как потенциальный источник угрозы возникновения чрезвычайных ситуаций.

Другим природно-техногенным фактором возможных чрезвычайных ситуаций, негативных последствий разработки нефтегазовых месторождений является осадка донной поверхности и возникновение техногенных землетрясений в результате снижения начального пластового давления в продуктивных пластах при извлечении флюидов, то есть газа, газового конденсата, нефти.

Следует также отметить, что осадка донной поверхности возможна и за счет растепления природных газовых гидратов, о которых уже шла речь.

Возникновение чрезвычайных ситуаций может быть следствием смещения земной поверхности, которое может привести к выходу из строя эксплуатационные скважины из-за разгерметизации заколонных пространств, смятия и слома обсадных колонн, деформации трубопроводов, а также к уменьшению клиренса платформы до уровня досягаемости волн и выходу из строя крепящих якорей.

Как показывают исследования, часть месторождений углеводородов Западно-Арктического шельфа России, включая ШГКМ, имеют условия, в общих чертах сходные с условиями залегания промышленных залежей месторождений Северного моря, и в частности на промыслах Экофикс, Берген, Элдфиск и др.

Схожесть характера упомянутых месторождений определяется их принадлежностью к Арктико-Североатлантической рифтовой системе, развитие которой обусловило формирование Североморского, Баффинова, Норвежского, Баренцево-Северо-Карского и Западно-Сибирского осадочных бассейнов.

Извлечение углеводородов из недр месторождений Северного моря на поддонных глубинах 2000–3000 м, что близко к показателям Штокмановского месторождения, вызвало почти катастрофическое оседание донной поверхности, обусловившее необходимость подъема шести платформ на промыслах Экофикс (Норвегия) на высоту 6 м каждая. Проседание имело место на площади 5×8 км овальной формы в центральной части месторождения под основным комплексом промысловых сооружений. Для предотвращения оседания морского дна в течение двух лет осуществлялась обратная закачка сухого газа в пласт в объеме 8,5–9,9 млн м³/сут.

Можно предположить, что и эксплуатация залежей углеводородов категории «А» на Западно-Арктическом шельфе, особенно на гигантском ШГКМ, несомненно, вызовет существенную деформацию донной поверхности.

Расчетные оценки применительно к ШГКМ показывают следующее.

Предварительно намеченный к извлечению из недр объем газа составляет 45 млрд м³/год при подаче по двум ниткам. В пластовых условиях при среднем давлении 220 атм этот объем составит примерно $2,05 \times 10^8$ м³/год. Площадь газовой залежи составляет около $6,5 \times 10^8$ м². Поэтому величина средней осадки донной поверхности над залежью газа при указанном среднегодовом отборе (45 млрд м³/год) составит 0,32 м/год.

В случае же возможного увеличения ежегодного объема добычи газа для обеспечения подачи по трем или четырем ниткам, то есть до 68–90 млрд м³/год, средняя скорость прогибания донной поверхности может достичь 0,5–0,6 м/год.

На нефтяных промыслах Северного моря, разрабатываемых с 1969–1975 гг., по замерам, начатым с 1984 г., скорость оседания морского дна, то есть погружения платформ, составляла в среднем 0,4 м/год, снизившись, однако, в 1988–1989 гг. до 0,3 м/год.

Процеируя эти данные на ШГКМ, можно предположить, что отбор газового конденсата, вызывающий здесь среднюю осадку донной поверхности 0,3 м/год, обусловит погружение платформ в центре мульды на величину порядка 0,5 м/год, а на ее периферии — примерно 0,2 м/год. Эти данные коррелируются с приведенными выше расчетными оценками.

Корректировка прогнозной конечной величины прогибания морского дна возможна через 1–2 года наблюдений за понижением донной поверхности.

По выполненным оценкам, прогибание донной поверхности при эксплуатации ШГКМ приведет через 12–25 лет эксплуатации в зависимости от объема извлеченных углеводородов к формированию мульды оседания глубиной в центральной части порядка 10 м, а возможно и большей.

Деформации донной поверхности вызовут опускание платформ с уменьшением высоты пролетного строения платформ над уровнем моря, и в краевых частях мульды возможен наряду с опусканием наклон платформ и другие их деформации.

Разработка подводных залежей газа и газового конденсата может сопровождаться микросейсмоактивностью. В случае сейсмотектонической активности на Штокмановском месторождении, учитывая относительно низкие прочностные свойства горных пород, нельзя исключать просачивание газа из коллекторов во вторичные ловушки и его выход на донную поверхность Баренцева моря.

Опускание донной поверхности и связанные с этим процессом деформирования горных пород обуславливают подвешивание и изгибание труб, проложенных по дну, что может привести к их разрыву с неблагоприятными последствиями.

По опыту работ в Северном море, под воздействием сжатия горных пород собственно газовых залежей возможно сплющивание, изгиб или полное разрушение обсадных труб и эксплуатационных колонн на отдельных интервалах глубин.

Оценка чрезвычайных ситуаций, обусловленных последствиями аварий на подводных газопроводах, связана с расчетами динамики выброса и рассеяния газожидкостной струи в воде. При полном разрыве подводного газопровода образуется мощная газовая струя, поведение которой зависит от глубины залегания трубопровода, то есть от высоты столба воды над ним.

Последствиями такой чрезвычайной ситуации могут быть:

- образование на поверхности моря облака с высокой концентрацией природного газа;
- возникновение газожидкостного фонтана или газожидкостного пятна на поверхности моря с пониженной плотностью, через которое также выбрасывается облако природного газа;
- возможность возгорания и токсического воздействия при определенной концентрации метана на поверхности моря.

Газожидкостные (газоводяные) фонтаны, возникающие над поверхностью моря, характерны при разрыве трубопровода на мелководье. Образование и существование в течение определенного времени на поверхности моря пятна газоводяной смеси с меньшей плотностью, чем плотность морской воды, создает серьезную угрозу для судоходства в этом районе.

Особенно сложные условия воздействия геологической среды на системы магистральных трубопроводов проявляются в зонах береговых примыканий. На прибрежном мелководье трубопроводы могут быть повреждены плавучими и застомушенными льдами, вспахивающими дно на глубинах моря до 20 м при глубине борозд в донном грунте до 2 м и ширине 13–30 м.

На Колгуево-Печорском мелководье перемещение наносов, особенно интенсивное до глубины 30 м, формирует постоянно перемещающиеся островные бары. Отметки рельефа дна только за один шторм изменяются на величину от 0,2 до 1,5 м.

Наименьшей устойчивостью обладает геологическая среда в зонах берегового примыкания, сложенных рыхлыми многолетнемерзлыми отложениями.

Указанные особенности могут послужить предпосылками возникновения чрезвычайных ситуаций при обустройстве и последующей эксплуатации Приразломного нефтяного месторождения.

Отметим еще одну важную особенность взаимовлияния геологической среды и протяженных подводных газопроводов, соединяющих газовые и газоконденсатные месторождения с береговыми терминалами.

Отличительной чертой проектируемых газопроводов ледовитых морей Арктики является, как правило, отсутствие промежуточных компрессорных станций. Их наличие позволило бы поддерживать достаточно высокую температуру газа на всем протяжении его транспортировки. Снижение же давления в газопроводе по всей длине определяет и падение температуры газа вплоть до отрицательных значений.

Как показывают расчеты, снижение температуры газового потока в трубопроводе, омываемым морской водой, за счет полной его энтальпии, не превышает 0,6–0,7 °С от температуры окружающей среды.

При заглублении в морской грунт и существенном уменьшении за счет этого теплообмена с окружающей средой температура газа в трубопроводах может понижаться до –6 и ниже градусов Цельсия, что существенно ниже температуры замерзания водной среды. Отсюда следует, что термическое воздействие газопроводов на геологическую среду может сказаться в промерзании отложений, контактирующих с газопроводами на участках заглубления трасс в донные грунты.

Промерзание участков газопровода в грунте и обледенение труб, проложенных по донной поверхности, создает предпосылки чрезвычайных ситуаций, которые могут привести к серьезным авариям с тяжелыми экономическими и экологическими последствиями.

Еще одним из наиболее опасных элементов природной среды, создающих угрозу возникновения чрезвычайных ситуаций как для судоходства, так и для функционирования инженерных сооружений и коммуникаций, расположенных в шельфовой зоне арктических и субарктических морей, являются айсберги.

Следует отметить, что без учета данного феномена освоение природных ресурсов арктического шельфа сопряжено с повышенным риском как с точки зрения безопасности обустройства инженерных сооружений, так и с точки зрения минимизации ущерба, наносимого природной среде при последствиях возможных столкновений айсбергов с сооружениями в море.

Избежать столкновения с айсбергом или максимально уменьшить ущерб можно только при условии хорошо организованной службы мониторинга (слежения) различными техническими средствами за их перемещением.

В арктических морях России рассматриваются четыре основных источника образования айсбергов: Земля Франца-Иосифа, Новая Земля, Шпицберген, Северная Земля.

Изучению процессов формирования, движения айсбергов, а также в последнее время и изучению процесса управления движением айсбергов уделяют большое внимание ведущие научные организации, такие как Арктический и Антарктический НИИ, ВНИИ океанологии, ЦНИИ им. акад. А. Н. Крылова.

Одной из ключевых задач является отработка технологии активного воздействия на айсберг.

В соответствии с действующими нормативами Госстроя России до начала освоения любых месторождений требуется проведение пятилетнего цикла инженерных изысканий.

Результаты работы экспедиций в районах ШГКМ и Приразломного месторождения показали, что на примыкающих к ним акваториях могут появиться айсберги разных размеров, которые представляют значительную угрозу для подводных сооружений. Добычные платформы могут не выдержать даже скользящего удара ледяного гиганта.

Поэтому при обустройстве этих месторождений в районе добычных платформ будет функционировать система мониторинга дрейфа ледяных полей и айсбергов. В случае если траектория движения айсберга будет представлять угрозу для платформы, потребуется задать айсбергу иное направление движения. Изучаются разные методы, в том числе отбуксировка айсберга судами.

Как средство предупреждения угрозы столкновения с айсбергом можно рассматривать применение полупогружных платформ, способных в случае необходимости перемещаться на безопасные с точки зрения соударения расстояния от айсберга.

Анализируя природные источники угроз возникновения чрезвычайных ситуаций при освоении шельфовых арктических углеводородных месторождений, нельзя не затронуть еще одну проблему, более масштабную по своим последствиям, тем самым способную оказать негативное воздействие на весь процесс освоения минерально-сырьевой базы Арктики.

Предполагается, что ожидаемое потепление и таяние наземной и субаквальной мерзлоты в Арктике приведет к значительной мобилизации захороненного ранее наземного древнего органического вещества (ДОВ), увеличению его выноса в море и включению в современный биогеохимический цикл углерода.

Конечным продуктом разложения ДОВ является диоксид углерода (CO_2) в аэробных условиях и метан (CH_4) в анаэробных условиях.

Согласно существующим оценкам, только в верхнем стометровом слое наземной мерзлоты Арктики содержится около 10^{13} т углерода ДОВ.

Другим крупнейшим резервуаром органического углерода, потенциально доступным к вовлечению в современные геохимические процессы, являются метановые газогидраты, о которых мы уже упоминали ранее. По оценкам, их запасы на суше оцениваются в $3,2 \times 10^{13}$ т углерода, а на шельфе — приблизительно в $0,6 \times 10^{13}$ т углерода.

Если сопоставить эти цифры с количеством углерода в составе CO_2 и CH_4 , содержащихся в современной атмосфере, то становится очевидным, что вовлечение в круговорот даже незначительной доли этого отравляющего вещества, аккумулированного в углеводородном резервуаре вечной мерзлоты и метановых газогидратах, может привести к существенному увеличению эмиссии в атмосферу основных парниковых газов, определяющих глобальные изменения климата.

Таким образом, одним из важнейших последствий изменения термического режима субаквальной мерзлоты и дестабилизации газогидратов может стать поступление огромных количеств метана в атмосферу. Имеются данные, указывающие на то, что в арктических морях, например в Баренцевом море, где субаквальная мерзлота уже деградировала или находится в заключительной стадии деградации, происходил катастрофический выброс метана из газогидратов, что привело к формированию множества кратерообразных структур на дне.

Не исключено, что шельф морей тихоокеанского сектора Арктики уже переходит в критическую стадию потепления. Для окончательного перехода ситуации в критическую фазу, как показывают расчеты, достаточно дестабилизировать малую долю запасов арктических газогидратов.

Из полученных Дальневосточным отделением РАН в 2003–2004 гг. данных следует, что в поверхностном и придонном слоях морей тихоокеанского сектора Арктики, который включает северную часть Берингова моря, Чукотское море, Восточно-Сибирское море, западную часть моря Бофорта, выделяются районы аномально высоких концентраций растворенного в воде метана (CH_4), которые пространственно коррелированы с разломными структурами на дне.

Ученые придерживаются мнения о том, что обнаруженные в тихоокеанском секторе Арктики аномалии в распределении метана в воде, а также и в воздухе могут быть предвестниками катастрофического разрушения субаквальных газогидратов, включая и «реликтовые» газогидраты.

Следует отметить, что тихоокеанский сектор Арктики характеризуется самым широким и мелководным шельфом в Мировом океане, большая часть которого подстилается субоквальной мерзлотой. Если распространить данные, полученные для ряда морей тихоокеанского сектора Арктики, на все мелководные шельфовые моря Северного Ледовитого океана, то общая эмиссия метана в атмосферу может быть в таких пределах в год, которые в 4 раза превышают годовую эмиссию метана из всех шельфовых морей Мирового океана, рассчитанную без учета Северного Ледовитого океана.

Конечно, для корректного построения прогнозных сценариев климатических изменений в Арктике и в Северном полушарии в целом необходимы дальнейшие исследования, в частности количественные оценки положительной обратной связи «потепление–таяние мерзлоты» и «разрушение гидратов–эмиссия парниковых газов».

Таким образом, обоснование вероятностных оценок возникновения экстремальных экологических ситуаций и природных катастроф, обусловленных изменениями окружающей среды в системе «атмосфера–суша–шельф», в Восточной Арктике и их влияние на весь Арктический регион, включая и хозяйственную деятельность по добыче углеводородного сырья в Западно-Арктическом секторе, нельзя проводить без привлечения ранее не учитываемого фактора «арктической шельфовой метановой бомбы».

Список литературы

1. *Ивченко Б. П.* Обеспечение национальной безопасности при освоении минерально-сырьевой базы шельфовых месторождений Арктики / Б. П. Ивченко, А. Р. Гинтовт [и др.]. — 2-е изд., перераб. и доп. — СПб.: ИД «Петрополис», 2010. — 432 с.
2. *Чертанов В.* Морской компонент глобальной системы противоракетной обороны США / В. Чертанов // Зарубежное военное обозрение. — 2009. — № 11.
3. *Дмитриевский А. Н.* Арктический шельф: проблемы, безопасность и перспективы освоения / А. Н. Дмитриевский, В. М. Максимов // НЕФТЕГАЗ / Ин-т проблем нефти и газа РАН. — 2007 (май).
4. *Кульпин Л. Г.* Гидратонасыщенность субмаринной криолитозоны и прогноз осложнений при освоении арктических месторождений / Л. Г. Кульпин, Д. А. Дубровский [и др.] // II International Conference on Natural Gas Hydrates. — Toulouse, 1996.
5. <http://seaoil.ru/wp-includes/images/public/Barentskis.pdf>
6. *Чулков А. Д.* Анализ рисков открытого фонтанирования при бурении скважин и эксплуатации нефтедобывающих платформ континентального шельфа на стадии проектирования / А. Д. Чулков, С. В. Руденко; НТИЦ «Промышленная безопасность». — М., 2004.
7. Elevating the desks at Ekofisk field Offshore. — 1987. — Vol. 47, № 10.
8. Anonymous Exxon under attack again Mar. Pollut. Bull. — 1994. — Vol. 28, № 5.

УДК 699.8

Б. П. Ивченко,
д-р техн. наук, профессор,
ГУМРФ имени адмирала С. О. Макарова

ПРОБЛЕМЫ НАЦИОНАЛЬНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ОСВОЕНИИ ШЕЛЬФОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ АРКТИКИ

NATIONAL SECURITY ISSUES IN THE DEVELOPMENT OF OFFSHORE FIELDS IN THE ARCTIC

В статье рассмотрено нарастание геополитических и геоэкономических межгосударственных противоречий при освоении природных ресурсов и морских коммуникаций в Арктике. Показано, что эффективное решение Россией проблемы национальной безопасности в Арктике обеспечит ее устойчивое социальное и экономическое развитие в будущем.